Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zur Entwickelungsgeschichte (Palingenesie) von Equisetum.

Von **A. Tomaschek,**
Professor in Brünn.

(Mit 1 Tafel.)

Der Generationswechsel der Equisetaceen zeigt auffallende Eigenthümlichkeiten. Der höher entwickelten Generation, dem eigentlichen *Equisetum* fehlen die Geschlechtsorgane; die Vermehrung erfolgt durch ungeschlechtlich erzeugte Sporen. Die aus der Spore hervorgehende, nur die Organisationsstufe der Lebermoose erreichende Pflanze, producirt die Eizelle, deren Theilung, hauptsächlich durch den Act der Befruchtung angeregt, nicht zur Bildung von Sporenmutterzellen, wie bei den Lebermoosen, führt. Die fortschreitende Zellentheilung, anfänglich einen übereinstimmenden Verlauf nehmend, wie bei den Lebermoosen[1] *(Riccia Marchantia)*, führt zur Bildung des Embryo der primären Axe, aus welcher die Equisetumpflanze hervorgeht. Die Befruchtung der Eizelle erfolgt durch kräftige mit undulirender Flosse versehenen Spermatozoiden und zwar durch Vermittlung des Wassers. Beide Generationen besitzen übrigens eigenthümliche Vermehrungsweisen: zunächst die sporenbildende durch unterirdisch kriechende ausdauernde Rhizome, aus denen sich senkrecht aufstrebende Sprosse erheben; ferner durch eigenthümliche Knollen, welche mit Reservenahrungsstoffen erfüllt, lange ruhen, um bei günstiger Gelegenheit neue Stöcke zu bilden. Die Geschlechtsgeneration erzeugt oft Adventiv Sprosse, welche durch Absterben des älteren Theiles des stammähnlichen Thallus selbstständig werden.

---

[1] Botanische Zeitung von A. de Bary: Über den genetischen Zusammenhang etc. Dr. F. Kienitz-Gerloff 1875, Nr. 45, pag. 710.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Geschlechtsgeneration ist an die höher organisirte sporentragende dadurch noch näher geknüpft, dass die erstere Ammendienst bei der anfänglichen Entwickelung der Equisetumpflanze leistet; da das erste Internodium der letzteren von den anstossenden Gewebezellen des Stammtheiles der ersteren so dicht umringt wird, dass eine parasitische Ernährung aus den stärkereichen Gewebezellen nahe liegt. Das vorschreitende Entwickeln der Equisetumpflanze hat demnach die Zerstörung der ernährenden Pflanze zur Folge.[1]

Die Selbstständigkeit und Lebensfähigkeit der Pflänzchen der Geschlechtsgeneration angehörend, steigert sich zuweilen durch das so häufig stattfindende Fehlschlagen der Embryobildung; ferner durch Nichtvorhandensein männlicher antheridientragender Stämmchen. Beides wirkt fördernd auf die Dauer und Stärke des Pflänzchens: deshalb findet man Pflänzchen der Art mit noch jugendlichen Equisetumsprossen, oder ganz ohne dieselben an sandigen Flussufern (Schwarzawa, Brünn) bis Ende October lebhaft vegetirend. Solche alte Stämmchen wurden sammt Erde ausgehoben und in Töpfe gepflanzt, sodann in ein feuchtes Warmhaus gebracht, woselbst sie noch in den Monaten November und December lebhaft vegetirten und immer von Neuem sowohl Antheridien als Archegonien entwickelten. Die jungen Equisetumsprosse wurden, um die Pflänzchen nicht zu schwächen, sorgfältig exstirpirt. Im Monate Februar verminderte sich der Feuchtigkeitsgrad des Treibhauses der Art, dass die Pflänzchen vertrockneten und zu Grunde gingen.[2] Es scheint jedoch nichts dagegen zu sprechen, dass die Pflänzchen unter fortdauernden günstigen Umständen überwintert werden könnten. Mit Rücksicht auf den bestimmt ausgesprochenen Generationswechsel, der sich in den erwähnten

---

[1] Hierüber war schon Dr. Bischoff richtig orientirt; er sagt: „Wiewohl der Vorkeim seiner Entstehung nach nicht mit den Samenlappen der höheren Pflanzen verglichen werden kann, so ist doch seine analoge Function, nämlich die erste Ernährung des Keimpflänzchens, nicht zu verkennen.“ Die Kryptogamengewächse etc. Nürnberg 1828, pag. 43.

[2] Die Equisetumsprosse überdauerten die Eintrocknung und vegetiren fort! (März.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Vorgängen ausspricht, halte ich die Bezeichnung „Prothallium" nicht mehr für entsprechend und werde im Nachfolgenden die geschlechtliche Generation mit dem Ausdrucke „Protoriccia" bezeichnen, wodurch angezeigt werden soll, dass, wenn die Pflanze mit der Bildung von Sporocarpien abschliessen würde, sie ihre Stellung im Systeme auch ihrer übrigen Eigenthümlichkeiten wegen in der Nähe der Riccien an der tiefsten Stufe der Lebermoose finden müsste. Diese Bezeichnung könnte übrigens auch für die Prothallien der Farne gebraucht werden, da die Prothallien derselben nicht nur durch Brutknospen[1] vermehrt werden können, sondern auch durch die Dichotomie des thallusähnlichen Stammes noch mehr an die Riccien erinnern.

Unter der Voraussetzung der Descendenztheorie in ihrer Anwendung auf die Phylogonie[2] des *Equisetum*, liegt es übrigens nahe, die *Protoriccia*, als eine in der Entwickelungsgeschichte des Equisetums auftauchende Ahnenform (Stammpflanze) der letzteren aufzufassen, einer Form, mit welcher die Pflanze seiner Zeit ihren Entwickelungsgang gänzlich abgeschlossen haben mag. Es wären hiebei Anhaltspunkte zur Erklärung zu suchen, warum die Gefässkryptogamen (in unserem Falle *Equisetum*) in ihrer Entwickelung zur Ahnenform der *Protoriccia* zurückgreifen müssen. Dieses Zurückgreifen höher differenzirter Landpflanzen zur Ahnenform zum Behufe der Befruchtung, verschwindet successiv erst dann, bis es der Pflanze gelungen, sexuelle Differenz zu erwerben und zu einer Befruchtungsweise zu gelangen, welche ohne Vermittlung des Wassers (Pollen, Vermittlung des Windes oder der Insecten) vor sich gehen kann. (Vergleiche einen ähnlichen Gedanken-

---

[1] Über die Propagation der Farn-Prothallien. Näheres bei Hofmeister's: „Vergleiche Untersuchungen etc. pag 83—84. Auch Pringsheim, Bd. X, pag. 98 — 100; dann Sachs' Lehrbuch, 4. Aufl., pag. 230.

[2] Im Pflanzen- und Thierreiche gibt es bekanntlich eine Menge Thatsachen innerhalb der Entwickelungsgeschichte der Individuen (Ontogonie), welche auf die Stammgeschichte (Phylogonie) hinweisen, oder wenigstens Zustände beurkunden, welche bei anderen Pflanzen- und Thierformen bleibend erhalten sind. Vergleiche beispielsweise Entwickelungsgeschichte des Menschen von Kölliker, 1876, pag. 392. Biogenetisches Grundgesetz, E. Haeckel.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gang bei Dr. Sachs' Lehrbuch 1874, pag. 32. Das Wesen der Sexualität bes. 873, am Schlusse; ferner: „Über den genetischen Zusammenhang der Moose mit den Gefässkryptogamen und Phanerogamen von Dr. F. Kienitz-Gerloff. Botanische Zeitung, Nr. 45 und 46.)

Die Equisetumpflanze steht gegenüber der *Protoriccia* nicht ganz unvermittelt da; zunächst ist die primäre Achse, an der die erste Wurzel und Knospe angelegt werden, noch gefässlos. Die ersten Gefässe (Ringgefässe) entwickeln sich innerhalb des neu gebildeten Wurzelchens. Endlich geht aus dem primären Internodium bei *Equisetum arvense*, *E. palustre*, *E. variegatum* und vielleicht bei allen bekannten Arten eine Pflanze hervor, die sich durch Dreizähnigkeit der Blattscheiden (10 — 20 Internodien bildend) und durch die geringe Anzahl (3 — 4) der Zweigquirle von der ausgebildeten Form wohl unterscheidet. Die secundären Aste dieser vorläufigen Equisetumpflanze entspringen am primären Internodium, viel tiefer unterhalb der primären Blattscheide, während die später hervortretenden tertiären Zweige ausschliesslich innerhalb der Basis der Blattscheiden entspringen. Erst später beginnt die Bildung bleibender Rhizome und Brutknospen. Die geschilderte vorläufige Pflanze geht mit Eintritt der ersten Fröste zu Grunde; könnte jedoch unter günstigen Temperaturverhältnissen überwintert und weiter entwickelt werden.

Seit einer Zeit mit der Revision der übrigens in ihren Hauptzügen grösstentheils bekannten Entwickelungsgeschichte von *Equisetum* beschäftigt, erlaube ich mir im Nachfolgenden einige Resultate dieser Untersuchung mitzutheilen.

Entwickelung der Protoriccia aus der Spore.

Die Keimung.

Durch endosmotische Wasseraufnahme dehnt sich der protoplasmatische Inhalt der Spore aus, findet in diesem Dehnungsstreben anfänglich ein Hinderniss an dem nur wenig dehnungsfähigen Exosporium. Mit einer anfangs mässigen Aussackung der Spore an der Schattenseite, an welcher auch das dehnungsfähige Endosporium Theil nimmt, zerklüftet der protoplas-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

matische Inhalt, indem er in ungleiche Portionen sich trennt, zwischen welchen eine lamellenartige Scheidewand auftritt, während gleichzeitig die getrennten Protoplasmamassen von Zellenwänden umgeben werden; die kleinere neu gebildete Zelle folgt der sackförmigen Ausdehnung des Endosporiums. Das Exosporium wird gewöhnlich in 2 oder 3 um 120° von einander abweichende Rissen getheilt, und bei fortschreitender Dehnung meist abgeworfen.

Das Exosporium. Die äusserste Umhüllung der Spore ist mit kurz cylindrischen Erhabenheiten besetzt, welche jedoch am besten in trockenem Zustande bei starker Vergrösserung (Zeis. Oc. II. Obj. F.) erkennbar sind. Die bei der Keimung abgeworfenen Segmente derselben erscheinen an der Oberfläche runzelig, von schwach rauchgrauer Farbe und wurden mit den Trümmern der Schleidern nach Wochen in der Nähe der Keime unversehrt angetroffen. Zuweilen bleiben derartige Fragmente des Exosporiums durch längere Zeit an den sich weiterentwickelnden Keimen selbst hängen.

Die innere Umhüllung der Sporenzelle, das Endosporium, besteht aus zwei Schichten, welche nur in seltenen Fällen durch Einwirkung von Säure von einander getrennt, zur Anschauung gebracht werden konnten. Die erwähnte Zerklüftung des protoplasmatischen Inhaltes der Spore findet der Art statt, dass etwa der sechste Theil der ganzen Masse sich lostrennt und durch eine gleichzeitig gebildete Zwischenlamelle (Protoplasmaplatte) getrennt wird.

Durch Einwirkung von Säure kann ersichtlich gemacht werden, dass es sich bei diesem Vorgange nicht um eine Fächerung des Zellenraumes, wie es den Anschein hat, handelt, sondern um die Neubildung zweier Zellen, da nämlich die getrennten Protoplasmamassen frühzeitig von einer zarten Zellenhaut umgeben erscheinen. Die Aussackung in der Nähe der neu gebildeten kleineren Zelle (Haarwurzelzelle), bezieht sich anfänglich sowohl auf die ursprüngliche Hülle (Endosporium) der Spore, als auf jene der neugebildeten Tochterzelle. Sie erweitert sich bald zur primitiven Haarwurzel. Mit der allmäligen Ausbildung dieses primitiven Haarwürzelchens schwindet der nur wenig chlorophyllenthaltende protoplasmatische Inhalt des-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

selben und es bleiben endlich nur einzelne hyaline Körperchen zurück, welche sich im Haarwürzelchen zerstreuen. Durch Behandlung mit Säure kann man sich auch überzeugen, dass die Haarwurzelzelle, so wie auch jede nachfolgende Zelle seitlich angelegt wird.

Eine höchst beachtenswerthe Erscheinung ist die, dass es beim Keimen der Spore im Dunkeln wohl zur Bildung der Haarwurzelzelle kommt, dass sich diese jedoch sehr lange nicht (oder wie es den Anschein hat bei tiefer Dunkelheit gar nicht) zur Haarwurzel ausdehnt. Schon Milde hat diesen Versuch inaugurirt (Zur Entwickelungsgeschichte der Equiseten. p. 627); er berichtet: „Bevor ich den Fortgang des Wachsthums beschreibe, will ich von einem Versuche berichten, den ich mit Sporen anstellte, indem ich sie an einem finsteren Orte keimen liess. Hier dehnten sich die Sporen ungemein aus; von Chlorophyll war nur in ihnen im Verhältnisse zu dem grossen Raume eine kleine Menge zerstreut. Die Papille an der Spore behielt sehr lange Zeit ihre ursprüngliche Grösse und zog sich also nicht in eine Wurzel aus; und in diesem Zustande theilte sich die Spore durch Querwände in 2 — 3 Zellen. Nach Verlauf von 14 Tagen verwandelte sich die Papille in eine Wurzel . ." Ich sah, so lange ich die Keime in geschlossenen Metallbüchsen erhalten konnte (8 — 10 Tage,) niemals die Bildung einer Haarwurzel zu Stande kommen, somit hat es den Anschein, dass die Haarwurzel zu den negativ heliotropischen Organen zu zählen sei.[1] Jedenfalls findet bei den zuerst gebildeten Zellen rücksichtlich ihres Verhaltens gegen das Licht ein derartiger Gegensatz statt, dass die eine die Wurzelzelle (neg. heliotr.) durch das Licht im Längenwachsthume befördert, die andere, in der es bald zur Neubildung von Zellen kommt (pos. heliotr.), im Dunkeln sich ungemein ausdehnt. Auch bei dichten Aussaaten, die im Lichte vorgenommen wurden, fanden sich immer einzelne Keime, welche wohl eine Haarwurzelzelle besassen, die jedoch in ihrer Ausbildung zur Haarwurzel mehr oder weniger zurückblieb — eine Erscheinung, die sich aus der mehr oder weniger

[1] Auch die Wurzelhaare der *Marchantia* sind nach Pfeffer mit Sicherheit als negativ heliotropisch erkannt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

schattigen Lage einzelner Sporen bei dichter Aussaat erklären lässt.

Sowohl in der ursprünglichen Keimzelle (Spore) vor dem Eintritte der Keimung, als nachher in den neugebildeten Tochterzellen, bemerkt man zuweilen deutlich den Zellenkern; in der Regel ist derselbe jedoch vom Protoplasma oder von den sich später differenzirenden Chlorophyllkörnchen so umhüllt, dass er sich der Beobachtung entzieht. Sonstige Wahrnehmungen gestatten die Annahme, dass bei der Neubildung der ersten Zellen eine Theilung des primitiven Zellenkerns stattfinde. Direct konnte ich den Vorgang des Verschwindens und der Neubildung des Zellenkerns nicht beobachten. Auch die Beobachtung Hofmeister's (Vergl. Unters. Taf. XX, Fig. 20 und 41) liefern eigentlich nur eine Andeutung dieses Vorganges.

Keime, im Monate Juli der directen Insolation ausgesetzt, wurden hiedurch, ungeachtet hinreichender Befeuchtung, getödtet und hierbei auch die Chlorophyllkörnchen gänzlich ausgebleicht. An den getödteten Keimen traten aber die bräunlich gewordenen Zellenkerne deutlich hervor; und es war hiebei deutlich ersichtlich, dass jede Zelle, selbst die Haarwurzelzelle, mit Zellenkern versehen sei. Wenn es beim Beginne des Keimens der Spore zur Dehnung derselben und zur Neubildung von Zellen kommt, so differenziren aus dem anfänglich massigen, grüngefärbten Protoplasma mehr oder weniger kugelige, hellgrüne Körperchen, welche sich bei wachsender Ausdehnung der Zellen, sowohl an die primitiven Wände, als an die neugebildete Zwischenwand anlegen oder den Zellenkern dicht umlagern. Besonders die zur Neubildung bestimmten Zellen sind anfangs dicht mit Chlorophyllkörperchen angefüllt. Überhaupt zeigt die vielartige, verschiedene, bald gruppenbildende, bald regelmässig strahlige Anordnung dieser Gebilde, ungleich oft bei Zellen gleicher Entwickelungsstufe von einer, wenn auch langsamen Bewegung derselben, welche in vielen Fällen erkennbar, durch äussere Umstände (Wärme und Licht) veranlasst wird. Die Wachsthumserscheinungen der Chlorophyllkörperchen bestehen theils in Dehnung derselben durch Intussusception, in Folge deren sie eine ansehnliche Grösse erreichen, theils in Vermehrung

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

derselben durch Theilung. Diese Theilung ist eine doppelte und geschieht bei den stärkefreien Chlorophyllkörperchen durch Einschnürung, wobei der Theilung jene bekannte charakteristische biscuitförmige (oder stundenglasförmige) Gestalt des sich zu derselben anschickenden Chlorophyllkörperchens vorausgeht; bei jenen, welche Stärkekörnchen erzeugen, durch Zerfallen des Chlorophyllkörperchens in mehrere Theilstücke, deren Zahl sich nach den vorhandenen Stärkekörnchen richtet, indem ein Theil der vorhandenen grüntingirten Protoplasmamasse den einzelnen Stärkekörnchen anhaftet und dieselben überzieht. In vielen Zellen verliert sich endlich der grüne Überzug und die Stärkekörnchen liegen sodann frei in der Zelle. Solche Stärkekörnchen sind von verschiedener Gestalt und Grösse: rundlich, oval oder länglich; immer aber von der Seite etwas zusammengedrückt. Besonders frühzeitig und häufig traten solche mit Stärkekörnchen gefüllte Chlorophyllkörperchen in den Zellen jener Keime auf, welche in Karlsbader Wasser entstanden waren.

Bedingungen der Weiterentwickelung der Sporenkeime im Freien und bei künstlichen Aussaaten.

Die Spore, deren Grösse etwa 0·03 Mm. beträgt, ist nach ihrer Trennung von der Mutterpflanze alsogleich zur Weiterentwickelung befähigt und verliert im Trockenen schon nach wenig Tagen ihre Keimfähigkeit. Besonders in den ersten Entwickelungsstadien zeigt die sich entwickelnde *Protoriccia* einen hohen Grad der Anpassungsfähigkeit an das Wasserleben und kann füglich als Wasserpflanze betrachtet werden. Ob die Ausbildung der Fructificationsorgane unter Wasser möglich sei, ist mir noch zweifelhaft; doch erhielten sich Keime von *E. elongatum* über sechs Wochen im Karlsbader Wasser lebens- und entwickelungsfähig; aber selbst im gewöhnlichen Wasser war die Erhaltung derselben durch Wochen hindurch möglich. Milde (Flora, 1852, pag. 497) berichtet: „Am 12. April dieses Jahres säete ich die, aus einer Ähre von lebender *E. Telmateja* genommenen Sporen zum Theil auf Wasser ... die, auf dem Wasser schwimmenden Vorkeime hatten sich vielfach mit ihren Wurzeln in ein-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ander verschlungen und bildeten auf der Oberfläche des Wassers eine zusammenhängende grüne Decke. Über acht Wochen wuchsen die Vorkeime fort, ohne zu faulen. Nach Verlauf von nicht einmal sechs Wochen, seit ich die Sporen ausgestreut hatte, beobachtete ich an diesen Vorkeimen die Antheridien! Um die Antheridien der Equiseten zu beobachten, hat man also nur nöthig, eine Menge Sporen auf Wasser auszusäen, das Glas zu bedecken und dem Lichte auszusetzen. In der sechsten Woche wird man die Spermazoen gewiss auffinden." Auch nach J. Duval-Jouve's (Histoire naturelle d'equisetum de France pag. 119) gelangten die Sporenkeime an der Oberfläche des Wassers schwimmend bis zur Production der Antheridien, während die im Wasser untergetauchten, sich sehr lange lebend erhielten; sie blieben vom 15. April bis 3. October (1860) lebensfähig und nur durch Zufall wurde ihre Weiterentwickelung unterbrochen. Bei der Keimung und Entwickelung der *Protoriccia* haben die die Spore begleitenden Schleidern keinen Einfluss. Indessen sind sie für das gesellige Zusammenleben der zur Diöcie hinneigenden Pflanze jedenfalls von Bedeutung, indem sie beim Ausstreuen der Sporen aus der Fruchtähre der Equisetumpflanze durch Verschlingung das Zusammenhalten mehrerer Sporen bei der Aussaat bewirken und so das nahe Zusammenwachsen mehrerer Individuen veranlassen, ein Umstand, der für das Hervorgehen der Equisetumpflanze aus der beinahe diöcischen *Protoriccia* von Bedeutung ist.

Das dichte, gesellige Zusammenwachsen von Moosen, Algen und Nostoc ist der Entwickelung der *Protoriccia* nicht hinderlich, da ich häufig mitten in der entwickelten Pflanze ohne Benachtheiligung derselben, blattknospentreibende Rhizoiden von Moosen *(Barbula)* stecken sah. Den schädlichsten Einfluss auf die Entwickelung der *Protoriccia* übt die Austrocknung des Bodens oder der Luft, wenn sie auch nur kurze Zeit anhält; Fäulniss, Insectenfrass, Überwuchern von Vaucherien, Oscillatorien und Vorkeime von Moosen mögen künstliche Ansaaten verdrängen, im Freien ist dies gewiss nicht der Fall, wenn die übrigen Bedingungen des normalen Gedeihens vorhanden sind.

Im Innern einzelner Zellen und an der Oberfläche siedelt sich auch eine *Leptotrix (parasitica?)* an, ohne die Vegetation

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der *Protoriccia* sichtlich zu benachtheiligen. An degenerirten Antheridien fand ich auch die Hyphen eines Pilzes, dessen Conidien bereits ausgestreut waren. Bei Aussaaten im Wasser ist die Zahl der sich in die Nähe der keimenden Spore drängenden Parasiten allerdings eine grosse und herrscht insbesondere eine in eine gallertartige Hülle eingeschlossene Alge vor, welche oft massenweise, besonders an den Haarwurzeln der Keime hängt. Künstliche Aussaaten der *Protoriccia* und vielleicht auch solche an ungünstigen Orten im Freien, werden von einem Pilze *Pythium Equiseti* nach Beobachtungen von Dr. R. Sadebek (Unters. über *P. Equiseti* in den Beiträgen zur Biologie der Pflanzen von Dr. F. Cohn, 3. Heft, 1875) zerstört. In den übrigens nicht häufigen Fällen, wo künstliche Aussaaten vollständig gelangen, scheint die Befeuchtung durch Infiltration besonders massgebend gewesen zu sein. Hofmeister machte die Erde der Aussaattöpfe geflissentlich uneben, hielt die jungen Prothallien mässig feucht, entzog sie den directen Sonnenstrahlen und erfrischte dieselben durch zeitweiliges Überbrausen mit kaltem Wasser. Ebenso Milde, der die Sporen von *E. Telmataja* zum Theil auf Wasser, zum Theil auf schwarzer Erde in einem, einen Fuss langen und einen Fuss breiten mit Glas bedeckten Kästchen aussäete.

J. Douval-Jouve nimmt einen Topf von 20 Cm. Durchmesser, der bis zum letzten Viertel mit gewöhnlicher Erde gefüllt wurde. Ein zweiter Blumentopf vom Durchmesser eines Decimeters, dessen Boden durchlöchert ist, wird so in den ersten versenkt, dass das Niveau der Erde in demselben um 1 Cm. über jenem der Erde des ersten Topfes erhaben ist. Die Erde für den inneren Topf, der zur Aussaat der Sporen benützt wurde, nahm er von einem Orte her, an dem *Equisetum* reichlich wuchs und überdeckte sie überdies auf 2 Mm. mit einer ebenen Schichte feinen Kieselsandes. Der Sand von einem Orte genommen, wo *Equisetum* wuchs, wurde zum Behufe der Zerstörung der allenfalls darin enthaltenen Kryptogamenkeime mit siedendem Wasser gewaschen und auf einem Eisenblech ausgeglüht. Die Saat wurde mit einer Glasglocke bedeckt, und niemals direct begossen, sie erhielt die Feuchtigkeit von unten auf durch Infiltration, da nur die äussere Schichte der Erde

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Morgens und Abends im ersten Topfe begossen wurde. Nur während der Antheridienbildung wurde auch die Erde des inneren Topfes benetzt, um den Übergang der Spermatozoiden zu den Archegonien zu ermöglichen. Die ganze Vorrichtung wurde an einen hellen Ort gestellt und gegen directe Insolation geschützt.

In überraschend übereinstimmender Weise finden die ersten Keimungsvorgänge der Spore von *Marchantia polymorpha* statt. Auch hier wird zunächst die Haarwurzelzelle gebildet, welche sich bald schlauchförmig zur primären Haarwurzel verlängert. Die Marchantiaspore ist jedoch nach ihrem Freiwerden aus dem Sporenbehältnisse insofern nicht so keimbereit wie die Equisetumspore, als ihr die grüne Färbung, das Chlorophyll, abgeht. Die Chlorophyllbildung wird nachgeholt. Die anfänglich ganz klaren Körnchen im Innern der Spore (die farblose Grundsubstanz des Chlorophylls) gehen erst allmälig durch Gelb ins Grün des Chlorophylls über. Die grüne Färbung der Körnchen tritt erst dann entschieden hervor, wenn die Haarwurzel bereits vorhanden ist.[1] Nicht so bei der Keimung der Sporen von *Riccia (glauca)*; hier tritt aus einer Spaltungslücke des Exosporiums ein farbloser, durchsichtiger Schlauch hervor, an dessen freiem Ende die erste chlorophyllhältige Lagerzelle zur Entwickelung kommt.

Weitere Entwickelung der Protoricciakeime.

Rücksichtlich der weiteren Entwickelung der Prothallien spricht Milde (Zur Entwickelungsgeschichte etc., pag. 629) den Satz aus: „Der Vorkeim wächst vorzüglich an der Spitze. Im Allgemeinen ist die Quertheilung die häufigste, wenn der Vorkeim schon eine bedeutende Grösse erlangt hat. Das ganze Wachsthum und die Gestalt des Vorkeimes beruht daher: 1. auf der Theilung der Zelle (Quer- und Längstheilung); 2. auf der Fähigkeit der Zelle sich beliebig aussacken zu können."

Sorgfältige Beobachtungen des Wachsthumsverlaufes der Keime gestatten mir folgende Auffassung der Wachsthums-

[1] Es scheint hier ein Stoff (Eisen?) zu fehlen, den die Wurzel aus dem Boden heranzieht.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

vorgänge. Das Wachsthum der *Protococcus* beruht zunächst auf der Zweitheilung der Zellen. Schon der erste Theilungsvorgang der Spore schliesst in sich das Gesetz ein, nach welchem das Wachsthum, und in Folge dessen die Gestalt des Keimes geregelt wird.

Die erste primitive Zelle, die Keimzelle (Spore) theilt sich in zwei neue Zellen, die jedoch in ihrer Grösse sehr ungleich, in ihrer Wachsthumsrichtung und auch in den Verrichtungen, die ihnen zukommen, einander entgegengesetzt sind. Die eine, die Scheitelzelle, übernimmt, da sie sich weiter theilt, die Function der Zellenvermehrung; die andere, die Basalzelle, indem sie zur weiter untheilbaren Haarwurzel auswächst, dient nunmehr durch Wasseraufnahme aus dem Boden zur Ernährung. Auch im weiteren Verlaufe des Wachsthums bleibt jener Gegensatz zweier gemeinschaftlich entstehender Zellen insofern aufrecht, als auch bei späterer Zellentheilung eine der neuentstandenen Zellen bald nach ihrer Entstehung die Tendenz nach Neubildung von Zellen vorwiegend erkennen lässt (d. h. zur Scheitelzelle wird); die andere hingegen zur Ruhe- oder Dauerzelle sich ausbildet, in welcher die Entwickelung der Chlorophyllkörperchen, ihre Theilung, die Bildung von Amylum etc. ihren ungestörten Verlauf nimmt. Es ist kaum zu bezweifeln, dass auch diese Zellen einer weiteren Theilung fähig sind und auch wirkliche Theilung derselben stattfindet, nachdem der Keim durch rasches Voranschreiten mit Hilfe der Scheitelzelle eine bestimmte Länge erreicht hat. Aus solchen basal und marginalständigen Dauerzellen gehen auch nach mehrtägigem Wachsthume des Keimes endlich die secundären Haarwurzeln hervor. Sie vertheilen sich entweder über die ganze Länge des Keimes an der Schattenseite desselben, oder nur am Grunde, oder geschieht beides zugleich. Die secundären Haarwurzeln bilden sich ganz analog der primären, nur mit dem Unterschiede, dass meist die sich bildende Haarwurzelzelle mehr oder weniger zwischen zwei Zellen eingekeilt erscheint. Mit der Entstehung einer neuen Haarwurzel steht auch in der Regel die Entstehung einer neuen Scheitelzelle an der Lichtseite des Keimes in Verbindung, durch deren Weiterentwickelung der Keim eine lappige Gestalt annimmt. Nicht selten entspricht der Zahl der Haarwurzeln die Zahl der neugebildeten Lappen. Mit dem Hervortreten einer

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

neuen Haarwurzel ist nicht selten die Wiederbelebung eines dem Anscheine nach verdorbenen Keimes in Verbindung, indem mit demselben eine neue Scheitelzelle thätig wird. Oft erkrankt die Scheitelzelle, indem sich der Inhalt verfärbt (kaffeebraune Masse); während so die Weiterentwickelung in einem Punkte sistirt wird, bildet sich benachbart eine neue Scheitelzelle.

Die Übereinstimmung in der Bildung der secundären mit der primären Haarwurzel hat schon Milde bemerkt (Zur Entwickelungsgeschichte, pag. 629): „Bisher hatte der Vorkeim immer noch eine Wurzel, welche sich gleich bei den ersten Anfängen des Keimes gebildet hatte; aber jetzt bilden sich auf dieselbe Weise, wie die erste eine oder zwei neue Wurzeln." Die Entstehung der Haarwurzel ist jedoch von Milde entschieden unrichtig aufgefasst worden: „irgend ein Theil des Vorkeimes", bemerkt er, „verlängerte sich, nämlich in eine farblose Papille und diese in eine lange mit Schleim erfüllte Wurzel; später entstand auch hier zwischen ihr und dem Vorkeime eine Scheidewand." Die Bildung der Haarwurzelzelle vor der Bildung der Haarwurzel ist Milde entgangen. Einen anderen erkennbaren Einfluss übt ferner die Unbestimmtheit der Richtung der Scheidewand zweier neu entstandener Zellen. Diese Unbestimmtheit in der Richtung der betreffenden Scheidewände zeigt sich schon bei der zweiten Zellentheilung, wo die Richtung der Scheidewand gegen die Längenaxe des Keimes bei den verschiedenen Keimen in dem Spielraume von mindestens 80 Gr. variirt, so dass diese anfängliche Theilung bald als Längen- bald nahezu als Quertheilung aufgefasst werden kann. Dieser Umstand in Verbindung mit der ungleichen veränderlichen Dehnung und Grösse der neu entstandenen Zellen verleiht den einzelnen Keimen ein höchst verschiedenes Aussehen, so dass kaum zwei vollständig übereinstimmende Keime aufgefunden werden können. Jedenfalls ist die Quertheilung anfangs selten oder wenig constant, daher auch anfänglich höchst selten fadenförmige Gebilde zum Vorschein kommen. (Auch in diesem Falle sind die Zellen etwas seitlich angeordnet!) Nur eine vollständige Quertheilung der Scheitelzelle, d. i. die Anlage der neugebildeten Zellen an dem Endpunkte ihrer Längenaxe hätte offenbar die Bildung eines fadenförmigen Sprosses nach

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Art der Fadenalgen zur Folge. Milde bemerkt: „Selten findet man, dass die Vorkeime sich nur durch Quertheilung vergrössern; ich habe Vorkeime gefunden, die sich auf die Weise in 3—5 über einander stehenden Zellen getheilt hatten; diese Vorkeime hatten eine regelmässige oblonge Gestalt". Bischoff (die kryptog. Gew. 1828, pag. 41) findet zuweilen alle über einander gestellten Zellchen lang gestreckt und bemerkt dazu, dass das ganze Keimgebilde dann einem kurzen, gegliederten Confervenfaden nicht unähnlich sähe, diese stärkere Dehnung in die Länge rühre indessen nur von dem Aufstreben her, wenn die keimende Spore durch Zufall mehr in den Schatten zu liegen kam (posit. heliotr.), denn bei den meisten neigen sich die Zellchen mehr zur kugeligen Form. Was Milde von der Aussackung der Zellen sagt, bezieht sich wohl nur auf jene papillenartige Erhebung, welche nach seiner Ansicht zur Bildung der Haarwurzel führt.[1] Zu Folge der häufigen Störungen, welchen die Ansaat von Sporen des *E. palustre* und *E. variegatum* (Juli und August) ausgesetzt waren, gingen dieselben vor der Entwickelung der Fructificationsorgane zu Grunde. Zur selben Zeit wurde meine Aufmerksamkeit durch den Fund einer grossen Menge von Protoricciarasen an den steilen, sandigen Ufern der Schwarzawa in Anspruch genommen, so dass ich eine neue Ansaat nicht mehr vornahm und die Fortsetzung der Keimenversuche unterbrechen musste. Die Ergebnisse der Untersuchung der entwickelten Protoriccia folgen.

Beschreibung der ausgebildeten Protoriccia von Equisetum palustre.

Der Vegetationskörper der Protoriccia *(E. palustre)* besteht, zunächst aus einem thallusähnlichen Stamme, der, wenn er ohne Verzweigung geradlinig fortwächst, bei einer Breite von 1 bis 2 Mm. und $^1/_2$ Mm. Höhe, eine Länge von mehreren Millimetern erreichen kann. Der Verlauf derselben wird am besten durch horizontale Durchschnitte des Protoricciarasens ersichtlich gemacht. Es zeigt sich hierbei, dass der ältere Theil

[1] Wenn Dr. Sachs (Lehrbuch, 1874) bemerkt: „Durch Ausstülpung seitlicher Zellen werden Verzweigungen angelegt", so weiss ich keinen Wachsthumsvorgang, in diesem Sinne besonders zu deuten.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

desselben zuweilen bereits abgestorben ist, während das entgegengesetzte Ende lebhaft weitersprosst. Auch Krümmungen und unbestimmte dichotome Verzweigungen des Stammes kommen vor. Dieser stammähnliche Grundkörper besteht bei älteren Pflänzchen aus einem chlorophyllfreien, stärkehältigen Parenchymgewebe, aus kleinen polygonalen Zellen bestehend, zwischen denen grössere oder kleinere Luftlücken wahrgenommen werden (Fig. 10 *a*), welche zuweilen so häufig auftreten, dass sie einigermassen mit ähnlichen, jedoch immer mehr gleichmässig vertheilten Luftlücken der *Riccia crystallina* verglichen werden können. Auf der Unterseite (Boden, Schattenseite) wird besonders an älteren Theilen des Sprosses eine rindenartige, aus Zellenreihen kleinerer oder grösserer rechteckiger Zellen gebildete Epidermis differenzirt. Diese Zellenschichte zeigt jene, den absterbenden Theilen eigenthümliche braune Färbung. Auch der Inhalt dieser Zellen scheint gänzlich erschöpft zu sein. Doch kommen auch jüngere, noch einigermassen lebensfähige Schichten derselben vor. An der oberen Seite (Lichtseite) des Stammes erheben sich besonders dicht an dem fortwachsenden Ende angehäufte chlorophyllreiche Emergenzen. Sie sind der Gestalt nach höchst mannigfaltig, jedoch an der Spitze meist keil-, spatel- oder löffelartig erweitert. Der in einzelnen Fällen gewissermassen verzweigte stielartige Grundtheil besteht grösstentheils aus einem Gewebe von schmalen, gestreckten, zuweilen beinahe prosenchymatisch ineinander greifenden Zellenreihen. Dem gegenüber sind die Zellen der Ausbreitung rundlich polygonal und mit zahlreichen grösseren Chlorophyllkörperchen erfüllt. Der Grundtheil geht allmälig in das Gewebe des Stammes über. (Fig. 8.) Die erweiterten Ausbreitungen dieser Gebilde sind selten ganzrandig und eben; in der Regel erscheinen sie am Rande gelappt oder kraus und werden in dieser Beziehung von J. Duval-Jouve (Hist. nat., pag. 99) mit den Blättern von *Cichorium, Endivia* var. *crispum* verglichen. Diese Gebilde, welche ihrer Function nach, durch ihren Chlorophyllreichthum, die Blätter höherer Gewächse vollkommen vertreten, gleichen hinsichtlich ihrer Entstehung an dem oberen Rande des Thalloms, so wie in ihrer anfänglichen Gestaltung den Trichomen. Demgemäss müssen diese Anhangs-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gebilde als Übergangsformen zwischen Trichomen und Blättern angesehen werden, da sie den ersteren in ihrer Entstehung, letzteren rücksichtlich ihrer Function gleichen. Von Trichomen unterscheiden sie sich wohl auch dadurch, dass ihre Gesammtmasse gegenüber der, des sie tragenden Stammes nicht so unbeträchtlich ist, wie dies gewöhnlich bei Trichomen der Fall ist. Von Blättern weichen sie insbesondere durch die Unbestimmtheit der Gestalt und Vertheilung ab. Auf der Unterseite des Stammes entspringen zwischen den Rindenzellen zahlreiche in den Boden eindringende Haarwurzeln. Sie erreichen die Länge der nach oben sich erhebenden laubartigen Sprosse, sind stets einfach (einzellig), meist farblos, hie und da zuweilen sackartig erweitert, aber nicht septirt. In einzelnen Haarwurzeln älterer Pflanzen finden sich nach innen gekehrte, zuweilen verzweigte, an der Spitze kugelig anschwellende, zapfenartige Verdickungen, welche ganz wohl mit ähnlichen Bildungen, welche Hofmeister bei Haarwurzeln der *Riccia glauca* nachgewiesen und Taf. X, Fig. 19 *b*, in seinen Vergl. Unters. etc. dargestellt hat, verglichen werden können. Ähnliche Vorsprünge finden sich auch in den Haarwurzeln der *Marchantia* (Vergl. Sachs' Lehrb. 1874, pag. 22).

Hinsichtlich der Propagation üppiger Stämmchen muss ich bemerken, dass auch an älteren Theilen des Thalloms, welche scheinbar bereits abgestorben sind, Adventivsprosse zur Entwickelung kommen. Bildungen, welche als Brutknospen aufgefasst werden könnten, konnte ich bis jetzt nicht beobachten. Was die Fructificationsorgane anbelangt, so müssen die Antheridien sowohl, als die Archegonien als Bildungen der obersten Zellenlage des stammartigen Thalloms angesehen werden. Insbesondere entstehen die Antheridien an Stelle jener laubartigen Emergenzen, aus deren Materiale sie aufgebaut werden an der Lichtseite des stammartigen Thalloms. Auch die Archegonien entstehen zugleich mit Adventivsprossen jener laubartigen Bildungen; in der Nähe des fortwachsenden Stammendes sind sie jedoch, da sie häufig fehlschlagen, meist überall zwischen den entwickelten laubartigen Emergenzen anzutreffen. Während also Archegonien längs des Stammes zerstreut zwischen den laubartigen Bildungen angetroffen werden, verdrängen die dicht

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

hervortretenden Antheridien oft gänzlich jene laubartigen Bildungen. Die Unterscheidung des stammartigen Theiles der Pflanze von seinen blattartigen Emergenzen ist zur richtigen Auffassung der Gliederung der Pflanze, so wie zur richtigen Angabe des Ortes der Entstehung der Geschlechtsorgane nothwendig. Zuerst scheint Milde auf jenen stammartigen Theil der Pflanze aufmerksam geworden zu sein; er sagt (Entw. Gesch., pag. 637): „Die einzelnen Lappen des Proembryo sind sämmtlich am Grunde zu einer sehr dichten Masse, welche des Chlorophylls entbehrt, dafür aber mit Amylum dicht erfüllt ist, verwachsen". Schwankend sind die Angaben Hofmeister's rücksichtlich der Ursprungsstelle der Antheridien (Unters. etc. pag. 100 und 170), in welcher Beziehung bemerkt werden muss, dass weder Archegonien noch Antheridien sich am Rande der laubartigen Lappen entwickeln können. Die Antheridien entwickeln sich in der Regel an selbstständigen Individuen. Solche männliche Individuen entwickeln nur selten, wie schon Hofmeister bemerkt, zugleich auch wenige Archegonien (Beiträge etc., pag. 170).

Wenn jedoch Hofmeister (ebendaselbst) behauptet, die archegonienerzeugenden Prothallien bilden durchaus keine Antheridien, so habe ich dagegen einen Fall aufzuweisen, wo sich am Aussenrande des reichlich mit laubartigen Sprossen und Archegonien versehenen Thalloms Antheridien entwickeln. In Bezug auf die Hinneigung der Pflanze zur Diöcie, stimmen auch die zahlreichen Beobachtungen J. Duval-Jouve's überein (vergl. Histoire nat., pag. 107); derselbe findet unter mehr als 100 Individuen höchstens 1 oder 2 Exemplare, welche mit Archegonien zugleich auch Antheridien trugen. Hieraus ergibt sich, dass wohl jedes Individuum beiderlei Geschlechtsorgane zu entwickeln fähig erscheint. Doch gibt es solche Individuen, welche zuerst Antheridien, andere, welche zuerst vorwiegend Archegonien entwickeln; hierauf beruht auch der Umstand, dass jene anscheinend sterilen Protoricciarasen, welche in ein Treibhaus übertragen wurden, in den Monaten November und December noch reichlich Equisetumpflänzchen entwickelten. Sie haben nachträglich an Adventivsprossen auch Antheridien erzeugt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Antheridien bedecken in ungleichen Entwickelungsstadien dicht neben einander lagernd, in Form von Kugelabschnitten die Lichtseite des Thalloms.

Durch die nach aussen gewölbten Zellen ihrer Hülle, gewinnen die Antheridien ein himbeerenartiges Aussehen. Die Hüllschichte, welche unmittelbar in das Zellengewebe des Grundkörpers übergeht, besteht aus, nach aussen gewölbten, im Grundrisse unregelmässig polygonalen Zellen. In der mit gelber Flüssigkeit erfüllten Zelle, lagert eine zellenkernähnliche, mit röthlichen, feinen Körnchen erfüllte rundliche Masse, um welche einzelne röthliche feine Körnchen zerstreut liegen. Am 26. October fand ich am Rande eines Protoricciarasens ein männliches Pflänzchen mit beinahe orangegelben Antheridien. In einem anderen Falle erscheinen die Antheridien durch wenige, in den Hüllzellen zerstreute Chlorophyllkörperchen grünlich. Im Übrigen schwankt der Farbenton der Antheridien zwischen den zwei erwähnten Extremen. In manchen Fällen war die Mehrzahl der Antheridien degenerirt, was sich an der braunen, resp. purpurnen Färbung derselben erkennen lässt. Solche degenerirte Antheridien haben ihren Inhalt nicht entleert. Durch angemessenen Druck kommen aus demselben Spermatozoidzellen zum Vorschein, deren Inhalt jedoch ebenfalls jene braune Färbung angenommen hat. Stellt man das Mikroskop auf die Mittelebene des Antheridiums (optischer Querschnitt) ein, so verschwinden die Hüllzellen aus dem Gesichtsfelde und in Folge der Durchsichtigkeit derselben, eröffnet sich hiedurch die Aussicht auf das Innere des Antheridiums, welches dicht mit den Mutterzellen der Antherozoiden angefüllt ist. Die seitlichen Hüllzellen erscheinen in diesem Falle als ein, die kreisförmige Innenmasse umgebender Ring von blass goldgelber Färbung. Bei der Reife nimmt das Antheridium eine längliche, kegelförmige Gestalt an; meist 4 Scheitelzellen schwellen an, weichen auseinander und gestatten den Austritt der Spermatozoidzellen. Die Antheridien entstehen aus chlorophyllreichen, rundlichen Zellen der Oberfläche des Thalloms. Rücksichtlich der ersten Zellentheilung der Mutterzelle des Antheridiums stimmen meine Wahrnehmungen grösstentheils mit den Angaben J. Duval-Jouve's überein. Nach den Beobachtungen desselben beginnt

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

die Bildung der Antheridien durch zweifache, rechtwinkelige Längentheilung der ersten eiförmigen oder länglichen Mutterzelle. Mir scheint jedoch, dass dieser Längentheilung eine Quertheilung vorangeht, wodurch die Mutterzelle in eine obere grössere und untere kleinere (Stielzelle) zerfällt, welche letztere sich jedoch nicht weiter entwickelt. Die oben geschilderte Längentheilung bezieht sich nur auf die obere Zelle. Bald verdoppeln sich die vier neuen Zellen durch transversal gegen das Centrum gerichtete Scheidewände. In Bezug auf die folgende Theilung durch parallel gegen die Peripherie gerichtete Querwände, wodurch jede Zelle in eine innere und äussere getheilt wird, von denen die letztere zur Hüllzelle wird; so wie in dem weiteren Verlaufe der Theilung der Innenzellen, stimmt auch J. Duval-Jouve grösstentheils mit Hofmeister überein.

Die Archegonien der Protoriccia von Equisetum sowohl, als die des Prothalliums der Farren charakterisiren sich durch die Verschmelzung des Bauchtheils mit dem Gewebe des Thallus, so dass also nur der Halstheil vollkommen individualisirt erscheint und über das Gewebe des Grundkörpers emporragt. Bei den Lebermoosen ist der Bauchtheil des Archegoniums schon an und für sich weniger individualisirt als bei den Laubmoosen, insbesondere bei den Riccien aber von dem umgebenden Gewebe des Thallus umwallt. Es ist also begreiflich, dass es bei der Protoriccia nicht zur Bildung der Calyptra kommt; doch mit der Bildung des Embryo beginnen die Zellen der denselben umgebenden Zellenschichten sich lebhaft zu vermehren und bilden eine Hülle, welche zur Ernährung des jungen Equisetumpflänzchens beiträgt, indem sie auch später das erste bauchig anschwellende Internodium desselben bleibend einschliesst.

Allerdings ergibt sich hieraus der Unterschied, dass der Bauchtheil des Archegoniums der *Protoriccia* mit dem Gewebe des Thalloms verwachsen und der Embryo nur von einer epitheliumartigen Zellenschichte begrenzt erscheint, während das Archegonium der Riccia frei in einer Höhle des Zellengewebes des Thallus eingebettet liegt und nur am Grunde mit demselben verbunden ist. Allein das Sporogonium der *Riccia* bleibt sammt der einfach gebildeten Calyptra im Gewebe des Thallus zurück. Der Halstheil des Archegoniums der *Protoriccia* besteht nur aus

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

acht, in vier Reihen gestellten Zellen, welche durch ihr Auseinanderweichen den Einführungsgang bilden. Verhältnissmässig mehr entwickelt sind die vier Mündungszellen. Gegenüber dem kurzen säulenförmigen Halstheil, ertheilen die ersteren dem Archegonium der *Protoriccia* ein eigenthümliches Ansehen, besonders wenn sich dieselben im Stadium der Befruchtungsfähigkeit gemshornartig zurückbeugen oder wenigstens Flügelförmig ausbreiten. Auch die Mündungszellen des Archegoniums der *Riccia glauca* und *crystallina* schwellen zur Zeit der Befruchtungsfähigkeit an und neigen sich etwas zurück; sind aber im Verhältnisse zu den viel längeren in 4 Reihen in der Zahl 6 in jeder Reihe übereinanderliegenden Zellen gebildeten Halstheil weniger entwickelt. Die Archegonien der *Riccia* sind der Befruchtung leicht zugänglich, da sie nur selten fehlschlagen, sondern die meisten zur Fruchtbildung gelangen, daher auch die in einem Pflänzchen zur Reife gelangenden Sporocarpien (Sporogonien) sehr zahlreich sind. Beachtungswerth erscheint der Umstand, dass die meisten Archegonien der *Protoriccia* fehlschlagen, dass also ein Protoricciapflänzchen nur selten mehr als einen Equisetumkeim entwickelt. Die fehlschlagenden Archegonien der Protoriccia erleiden dadurch eine eigenthümliche Veränderung, dass die Bauchzellen, sowie die von ihnen eingeschlossene Eizelle, die Ränder des Einführungscanals, die Scheidewände der Halszellen eine mehr oder weniger kaffeebraune Färbung annehmen. Die Mündungszellen fallen endlich ab, und es bleiben nur die kurz cylindrischen Halszellen zurück. Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die alternden Archegonien der *Riccia*, nur dass bei *Riccia glauca* und *crystallina* nebst der braunen, auch blaue und violette Färbung auftritt und nicht nur die Mündungszellen, sondern auch ein Theil der zahlreichen Halszellen abfallen.

Die erste Theilung der Eizelle, durch welche der Embryo angelegt wird, bemerkte ich auch im Innern solcher Archegonien, welche sich durch ihre braune Färbung als fehlgeschlagen erwiesen. Das Fehlschlagen scheint sich daher auch auf befruchtete Archegonien zu beziehen.

Nach Dr. E. Janczewski (Vergl. Unters. über die Entwickelungsgesch. des Archegoniums Bot. Zeit. von A. de Bary 1872, p. 420) stimmen die Equiseten rücksichtlich der Ent-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wickelung des Archegoniums mit den Farren überein. Eine Basalzelle, welche bei den Farren constant vorhanden ist, konnte er bei *Equisetum* nie wahrnehmen. Die keilförmige Halszelle durchsetzt ferner höchst wahrscheinlich nicht die ganze Halslänge.

Weitere Mittheilungen, insbesondere die Entwickelung des Embryo von *Equisetum* und das Verhalten des denselben umgebenden Gewebes der *Protoriccia* sollen nachfolgen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Verzeichniss der Abbildungen.

Fig. 1. Eine Spore mit Schwefelsäure behandelt; zeigt die Entstehung der Haarwurzel.

„ 2. Eine keimende Spore von *Marchantia polymorpha*.

„ 3. Der Inhalt zusammengezogen. Die erste Hautbildung der 2. und 3. jugendlichen Zelle ersichtlich. *Protoriccia*.

„ 4. Die Entstehung secundärer Haarwurzeln.

„ 5. Der Keim an der Sonne ausgebleicht. Es treten die Zellenkerne deutlich hervor.

„ 6. Mit der Entwickelung neuer Haarwurzeln beginnt die lappige Form des Keimes.

„ 7. Ein Längsschnitt durch ein Protoricciapflänzchen, bei *a* Antheridien, *b* verkommene Archegonien.

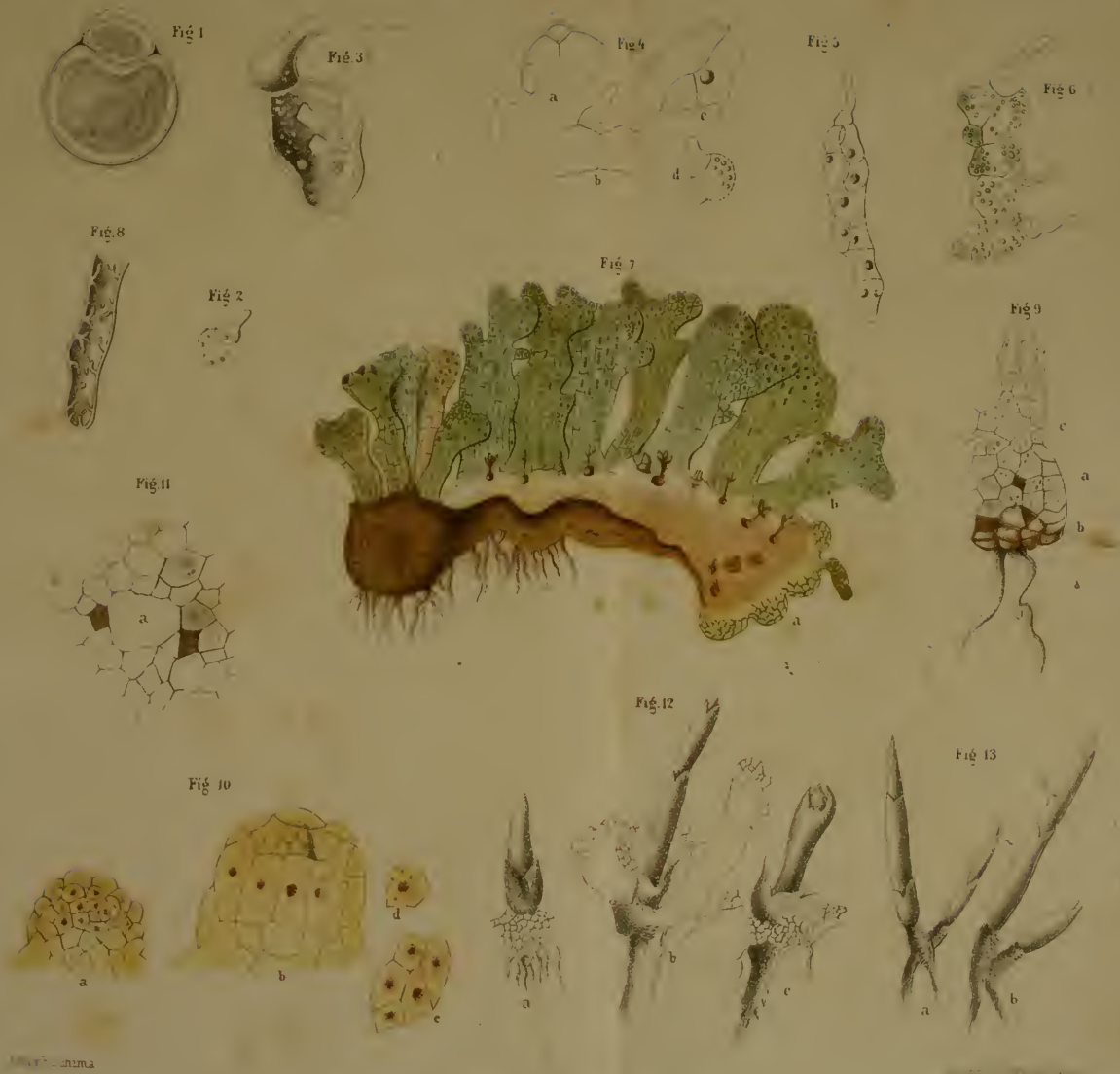
„ 8. Der Übergang des Stammtheils in die blattartigen Emergenzen; *a* stärkeführende Zellen; *b* Rindenzelle; *c* Zellen des Grundtheiles der Phyllotrichome.

„ 9. Antheridien bei *b* im reifen Zustande; *c* und *d* einzelne Zellen mit dem eigenthümlichen Zellenkern.

„ 10. Querschnitt aus dem Stammtheile der *Pro oriccia*: Stärkezellen, bei *a* eine Luftlücke.

„ 11. Haarwurzelende mit eigenthümlichen nach innen gekehrten Vorsprüngen.

„ 12. Das Equisetumpflänzchen noch im Zusammenhange mit der *Protoriccia*; bei *b* ist die erste Scheide noch mit Lappen der *Protoriccia* besetzt.

„ 13. Die jugendlichen Equisetumpflänzchen von der *Protoriccia* befreit. Das verdickte mit grubigen Eindrücken der Zellen der *Protoriccia* versehene erste Internodium hat sich verzweigt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum